SHILAP Revta. lepid., 43 (169), marzo 2015: 15-26 eISSN: 2340-4078 ISSN: 0300-5267

Diversidad, distribución y abundancia de mariposas en hábitats costeros de Sinaloa, México (Insecta: Lepidoptera)

C. P. Cárdenas-Lugo, J. L. León-Cortés & J. T. Angulo-Audeves

Resumen

Las mariposas diurnas han sido consideradas un grupo ideal en estudios de monitoreo y conservación de la biodiversidad. Se exploró la diversidad, distribución y abundancia de mariposas diurnas en hábitats costeros de Sinaloa, México. En la zona de estudio, se reconocieron cuatro tipos de hábitat en los que se establecieron transectos fijos para estimar la variación espacio-temporal del número de especies y la abundancia de mariposas diurnas. Se estimaron los niveles de diversidad local, el grado de similitud entre los hábitats de estudio, y las relaciones espacio-temporales de abundancia y distribución de las especies registradas. Se registraron un total de 52 especies de Papilionoidea correspondientes a 38 géneros y cinco familias taxonómicas. El hábitat que ha registrado la mayor diversidad específica fue el Matorral Espinoso. Las curvas de rarefacción de especies sugieren que los niveles de riqueza registrados han sido representativos para cada hábitat de estudio. Se registraron niveles de similitud relativamente elevados (67%) entre los hábitats de estudio. La diversidad de mariposas mostró un patrón fuertemente estacional, con valores desproporcionados para la riqueza específica y abundancia relativa durante los meses de septiembre y octubre. Una proporción importante de la varianza en riqueza de especies (57%) y abundancia relativa (55%), se explicó a partir de los valores promedio de precipitación ($F_{10} = 11.75$, $p = 0.008$) y temperatura mensuales ($F_{10} = 10.79$, $p = 0.009$), respectivamente. Identificamos una relación positiva entre la distribución y abundancia para la comunidad de mariposas estudiada ($r^2 = 0.72$, $F_{49} = 125.38$, $p < 0.001$). Los patrones de distribución y abundancia de insectos en la zona de estudio revelan que la protección efectiva de gremios en paisajes estructurados e interconectados como Playa Ceuta, requiere de la conservación integral de los hábitats.

PALABRAS CLAVE: Insecta, Lepidoptera, hábitat, estacionalidad, movilidad, Playa Ceuta, México.

Diversity, distribution and abundance of butterflies in coastal habitats of Sinaloa, Mexico (Insecta: Lepidoptera)

Abstract

Butterflies have been considered an ideal group in monitoring studies and biodiversity conservation. We explored the diversity, distribution and abundance of butterflies in coastal habitats of Sinaloa, Mexico. In the study area, four habitat types were recognized in which fixed transects were established to quantify spatial and temporal variations to estimate species richness and abundance of butterflies. We estimated the levels of local diversity, levels of similarity between the study habitats, and the spatio-temporal relations for species abundance and distribution. In total, 52 species of Papilionoidea were recorded, including 38 genera and five taxonomic families. The highest species diversity was registered in coastal scrub habitats. A rarefaction curve analysis suggested that species richness levels recorded were representative of each habitat studied. The butterfly species composition between habitats showed important levels (67%) of faunal similarity. A strong seasonal pattern was detected for butterfly species richness and relative abundance, with disproportionate values of richness and abundance during September and October. A significant proportion of the variance in species richness (57%) and relative abundance (55%) was explained by mean precipitation values ($F_{10} = 11.75$, $p = 0.008$) and monthly temperature ($F_{10} = 10.79$, $p = 0009$),

respectively. We identified a positive relationship between distribution and abundance for the entire butterfly community ($r^2 = 0.72$, $F_{49} = 125.38$, $p < 0.001$). The patterns of distribution and abundance of butterflies in this study suggest that achieving an effective conservation strategy for biodiversity in structured and connected landscapes as Playa Ceuta, should require an integrative-preservation habitat approach.
KEY WORDS: Insecta, Lepidoptera, habitat, seasonality, mobility, Playa Ceuta, Mexico.

Introducción

El estudio de los factores que determinan la distribución y la abundancia de las especies ha sido uno de los aspectos mejor estudiados en ecología de comunidades (BROWN, 1984). Se ha demostrado que existe una relación positiva entre la distribución y abundancia para una variedad de taxones: insectos, peces, anfibios, aves, mamíferos (MOLINA-MARTÍNEZ & LEÓN-CORTÉS, 2006). Las variables fisiográficas como la temperatura, humedad, así como aquellas relativas a la ecología de las especies, i.e. el tamaño del cuerpo y la disponibilidad del recurso, tienen efectos importantes sobre la distribución y abundancia de las especies. Sin embargo, en ambientes tropicales, donde la mayoría de las especies ocurren, la transformación del ambiente ha generado cambios profundos en los patrones de distribución y abundancia. A pesar de ello, los patrones empíricos emergentes han sido cuantificados de forma incipiente (MOLINA-MARTÍNEZ & LEÓN-CORTÉS, 2006).

Entre los insectos, las mariposas diurnas representan un taxón modelo en estudios de biodiversidad y conservación. El adecuado conocimiento de su taxonomía, su abundancia y la facilidad de recolección e identificación, han permitido sugerir que los miembros de este grupo constituyen indicadores adecuados de la condición de los hábitats y sus variaciones (LLORENTE-BOUSQUETS *et al.,* 1993). Empero, la fauna de lepidópteros diurnos no ha sido estudiada de manera importante en las zonas costeras del Norte de México. Se dispone de datos escuetos registrados por entomólogos y colectores privados en algunas localidades de esta región, lo que ha permitido reconocer información preliminar sobre la riqueza y composición regional de este grupo de insectos (e.g. LUÍS-MARTÍNEZ *et al.,* 2003). Es necesario evaluar integralmente los componentes de la diversidad y su variación en las zonas costeras del Norte de México. Este trabajo representa el primer estudio sistemático de la diversidad de mariposas diurnas en hábitats de la zona costera de Playa Ceuta, Sinaloa, una zona protegida con una importante representación de biodiversidad regional (LEAL-SANDOVAL *et al.,* 2009).

Los objetivos de este trabajo son: i) evaluar los niveles de diversidad (riqueza y composición de especies) de la fauna de mariposas en hábitats representativos de la región costera de Sinaloa; ii) evaluar los cambios en los valores de diversidad en relación con los niveles de precipitación y temperatura de la zona; iii) determinar la composición específica de los lepidópteros asociados a los hábitats de estudio, así como el grado de similitud faunística entre pares de sitios, y iv) explorar las relaciones de distribución y abundancia para la comunidad de mariposas de esta zona costera. La meta de este trabajo pretende demostrar que la evaluación de grupos sensibles e indicadores y su relación con las variantes espacio-temporales puede proveer elementos diagnósticos para la conservación y manejo de ambientes particularmente vulnerables.

Materiales y Métodos

Área de estudio

Playa Ceuta pertenece al municipio de La Cruz, Elota, Sinaloa y se localiza a 130 km al Norte de Mazatlán y Oeste de Culiacán, respectivamente, entre los paralelos 23º 58’ 54” N - 107º 03’ 00” W y 23º 43’ 00” N - 106º 50’ 00” W (Figura 1; el área de estudio será referida como “Playa Ceuta”). Presenta un clima seco estepario cálido con lluvias en verano. La precipitación en la región oscila entre 550 y 670 mm, y registra una temperatura media anual de 25º C. Playa Ceuta está inmersa en un Área Natural Protegida bajo la categoría de “Zona de reserva y sitio de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control, de las diversas especies de tortuga marina” (Decreto de

creación 29-VII-1986, Acuerdo de Re-categorización: 16-VII-2002), y como "Santuario", según la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Playa Ceuta incluye una variedad de hábitats, i.e. Manglar, Matorral Espinoso, Salinas y Dunas, donde ocurre un número importante de poblaciones de vertebrados i.e. *Lynx rufus* Schreber*, Tayassu tajacu* L.*, Procyon* sp. Storr; por ejemplo, Playa Ceuta alberga poblaciones vulnerables de especies de "chorlitos" (LEAL-SANDOVAL *et al.,* 2009). No se dispone de datos faunísticos o ecológicos para grupos de invertebrados, por lo que nuestra evaluación añade información relevante de un grupo mayoritario (insectos), hasta ahora incipientemente catalogado.

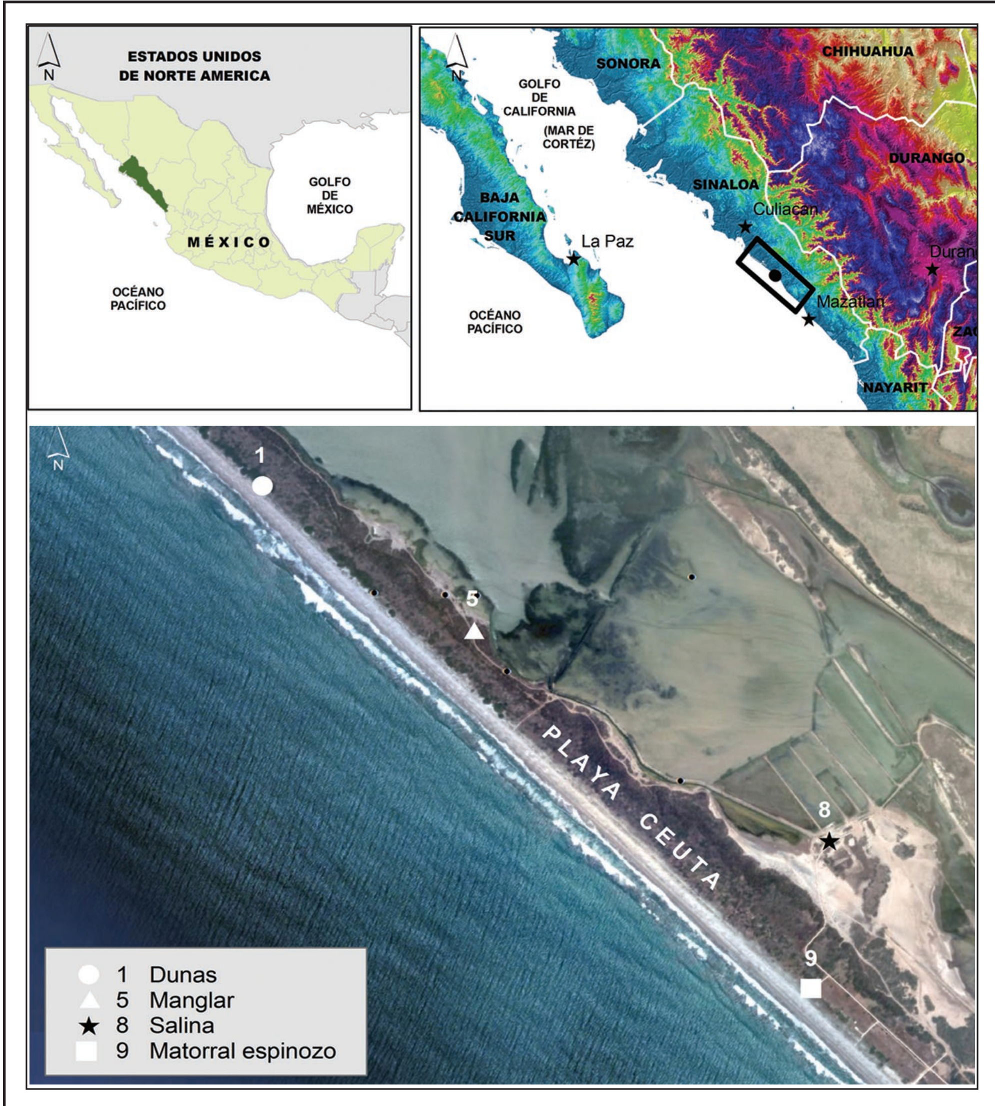


Figura 1.– Localización del área de estudio (Playa Ceuta) en el Noroeste de México, con la ubicación de los transectos representativos en los hábitats de estudio.

Transectos fijos

Se establecieron transectos fijos (POLLARD & YATES, 1993) de aproximadamente 500m de longitud en los hábitats reconocidos (un transecto / hábitat) en Playa Ceuta (Figura 1). El uso de transectos fijos para la cuantificación de los cambios o asociación de las especies y el hábitat representa una herramienta útil para la evaluación de poblaciones de mariposas (POLLARD & YATES, 1993). Requiere de la definición de una ruta (o trayecto) a lo largo del área o hábitat de muestreo. El transecto puede visitarse de forma periódica y su factibilidad y empleo ha sido demostrada en estudios previos en sistemas tropicales de México y otros ambientes (LEÓN-CORTÉS *et al.,* 1999, 2000, 2004; MOLINA-MARTÍNEZ & LEÓN-CORTÉS, 2006). De manera previa a la ejecución de los censos definitivos-durante la primavera de 2010, se estandarizó la capacidad y habilidad de los observadores para distinguir a las mariposas al vuelo.

Censos Poblacionales

Se estableció un transecto por hábitat (N = 4 transectos en total), los que fueron ejecutados en doce ocasiones por ocho días de cada mes, del V-2010 al V-2011, para un total de 384 días de muestreo. Las mariposas se observaron de manera directa, se capturaban con redes entomológicas aéreas y se identificaban empleando guías de campo especializadas (DE VRIES, 1987). Los censos se llevaron a cabo de diez de la mañana a dos de la tarde, en condiciones de temperatura y humedad ideales para la observación de mariposas activas (POLLARD & YATES, 1993). En adición, para la recolección de mariposas atraídas por fruta en descomposición (DEVRIES, 1987), se dispusieron tres trampas tipo Van-Someren Rydon / transecto, durante ocho días, para un total de 1 152 trampas / día. Los censos incluyeron de forma completa los ciclos de vida y gremios alimenticios de la comunidad de mariposas. La identificación de los organismos no representó mayor dificultad, ya que la mayoría de las mariposas son conspicuas y presentan características externas que permiten su identificación. Como parte de una colección de referencia, se sacrificaron de tres a diez ejemplares por especie para prepararlos e ingresarlos a la colección entomológica de El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas (ECOSC-E).

Distribución y abundancia temporal

Se cuantificaron los valores totales de riqueza y abundancia relativa para las especies en los hábitats de estudio. Para ello, agrupamos los valores registrados de riqueza y abundancia relativa en los transectos (i.e. la sumatoria de la riqueza o abundancia mensual) para relacionarlos (a partir de regresiones lineales múltiples) con los registros de precipitación y temperatura. Los valores climáticos provinieron de una estación meteorológica aledaña, en el Municipio de Elota, y representan los registros diarios del periodo I-2010 a II-2013 (http://www.ciad.edu.mx/clima/pc.asp).

Distribución y abundancia espacial

Para medir la distribución espacial (local) de las mariposas, se estimó la ocupación de las especies en los hábitats de estudio. El valor de ocupación de una especie en el hábitat se determinó cuando al menos se observó, en promedio, a dos individuos en cada censo/hábitat durante el periodo total de muestreo (COWLEY *et al.,* 2001). Con el valor de ocupación así calculado, se estimó la proporción de ocupación de cada especie en Playa Ceuta.

Para disponer de una medida estándar de la densidad de mariposas adultas por hábitat, se empleó la sumatoria del número total de individuos registrado por transecto durante el periodo total de muestreo.

Análisis estadístico

Riqueza por hábitat

Se construyeron curvas de rarefacción de especies para los hábitats estudiados empleando el programa EstimateS ® (COLWELL, 2009). Al estandarizar el comportamiento de acumulación de especies a través del método de rarefacción, se compararon los valores de riqueza acumulada, i.e. truncando el valor de las curvas a niveles de riqueza comparables (COLWELL *et al.,* 2012).

Similitud faunística

Se llevó a cabo un análisis de similitud para los datos de composición faunística de lepidópteros entre los hábitats de estudio. Para ello, se construyeron matrices que relacionaron el número de especies compartidas entre los cuatro hábitats de estudio, lo que permitió obtener una medida de la similitud faunística por pares de sitios, basado en el cálculo del índice cuantitativo de Chao-Sorensen (CHAO *et al.,* 2005), cuya función se expresa como: Sorensen = 2ª / 2a+b+c donde, a = número de especies compartidas, b = número de especies exclusivas al sitio 1, c = número de especies exclusivas al sitio 2.

Relación distribución-abundancia

Se construyeron regresiones lineales simples para determinar el efecto de la abundancia relativa en relación con la distribución local de los Papilionoidea. Previo al análisis, los datos fueron normalizados mediante una transformación logarítmica (ZAR, 1999). Este y análisis previos fueron realizados en el programa estadístico SPSS©.

Resultados

Riqueza por tipo de hábitat

Se registraron un total de 13,939 individuos, incluidos en 52 especies, 38 géneros y cinco familias de Papilionoidea en Playa Ceuta (ver Apéndice). La familia Nymphalidae registró al mayor número de especies (54%), seguida por Pieridae (33%), Papilionidae (8%), Lycaenidae (4%) y Hesperiidae (2%) (Tabla 1). Las curvas de rarefacción de riqueza específica para los hábitats estudiados mostraron un comportamiento relativamente asintótico (Figura 2). La comparación de los niveles de riqueza a un tamaño de muestra comparable, sugirió que el "Matorral Espinoso" registró una riqueza acumulada mayor, en tanto que la "Salina" correspondió al hábitat con un menor número de especies.

Similitud faunística entre sitios

La similitud estimada entre pares de sitios sugiere que el Matorral y Manglar compartieron una proporción importante de la fauna de mariposas (73%), seguido por la comparación entre Dunas y

Tabla I.– Número total de especies y abundancia total registrada para las mariposas en Playa Ceuta, Sinaloa, durante 2010-2011.

Familia	Especies	Individuos
Nymphalidae	28	4453
Pieridae	17	9125
Papilionidae	4	343
Lycaeniidae	2	17
Hesperiidae	1	1

Manglar (72%), Manglar y Salinas (65%), Dunas y Matorral, Matorral y Salina (64%), y por Dunas y Salina (63%) (Tabla 2).

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA TEMPORAL

Playa Ceuta se distinguió por presentar una temperatura cálida y estable a lo largo del año, pero

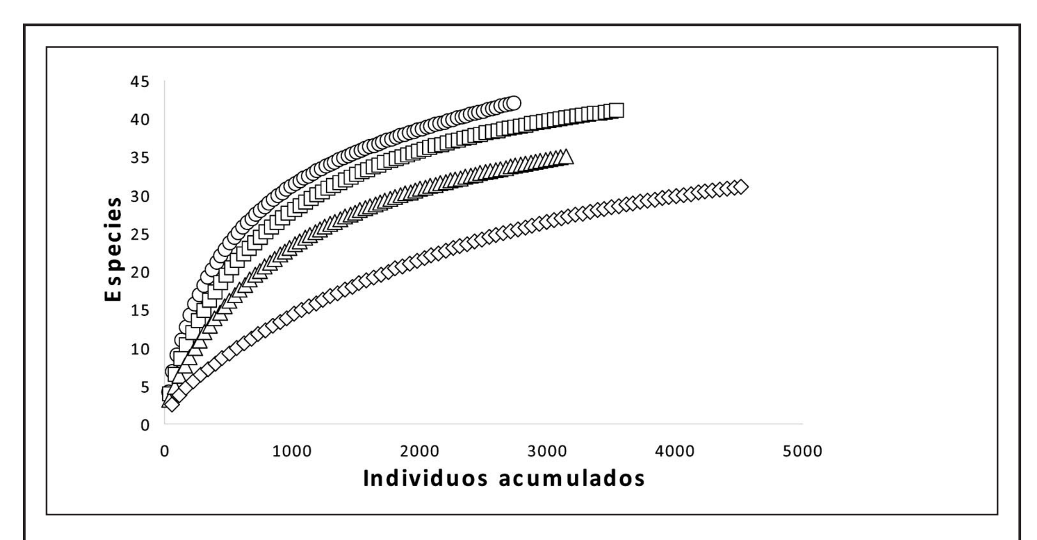


Figura 2.– Curvas de rarefacción de especies de mariposas para los hábitats de estudio en Playa Ceuta, Sinaloa, durante 2010-2011. Círculos= Matorral espinoso; Cuadros= Duna; Triángulos= Manglar; Rombos= Salina.

Tabla II.– Valores de similitud de acuerdo con Sorensen (ver texto) para la composición de especies de mariposas en los hábitats de estudio, Playa Ceuta, durante 2010-2011.

Tipos de Vegetación	Matorral	Mangle	Dunas	Salina
Matorral				
Mangle	0.73			
Dunas	0.64	0.72		
Salina	0.64	0.65	0.63	

con valores de precipitación que sugieren un patrón fuertemente estacional (Figura 3a). Los valores de riqueza (r) y abundancia (a) de especies se correlacionaron significativamente con los valores de precipitación [r = 0,75, F_{10} = 11,75, p = 0;008, log(r) = 0,603 + 0,448 X log (precipitación)] y de temperatura [r= 0,74, F_{10} = 10;79, p = 0,009, log(a) = -3,016+4,274 X log (temperatura)], respectivamente (Figura 3b, c).

RELACIÓN DISTRIBUCIÓN-ABUNDANCIA

La distribución local (medida como la proporción de ocupación en los hábitats de estudio) de la comunidad de mariposas se muestra en la Figura 4. Especies generalistas como *Siproeta stelenes biplagiata* (Fruhstorfer), *Heliconius charithonia vazquezae* Comstock & Brown*, Ascia monuste monuste* (L.), ocuparon una mayor proporción de los hábitats, mientras que especies como *Astraptes fulgerator azul* (Reakirt)*, Adelpha fessonia fessonia* (Hewitson), y *Archaeoprepona demophon occidentalis* Stoffel & Descimon, presentaron valores de ocupación de hábitat relativamente bajos. Los valores de la

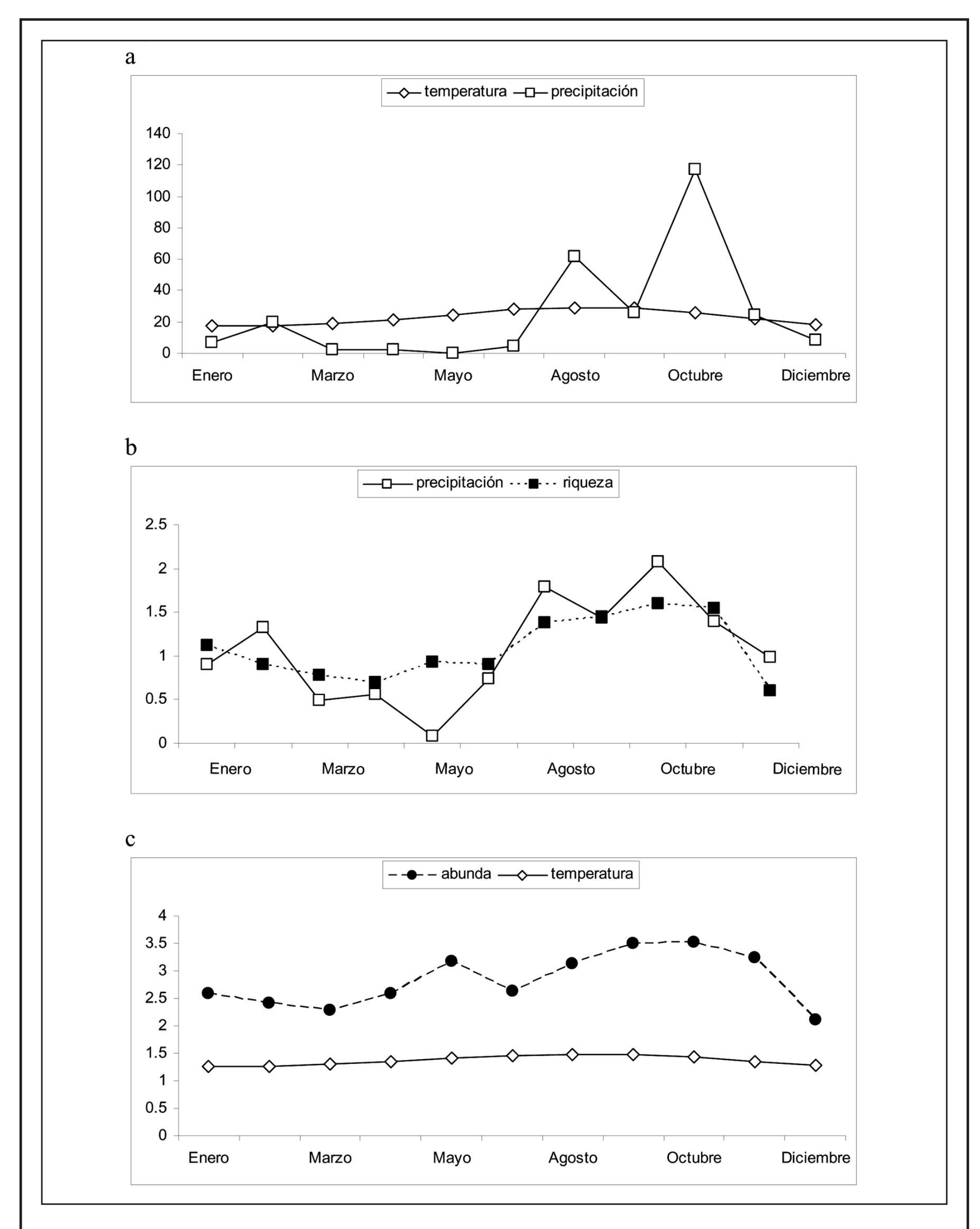


Figura 3.– (a) Gráfica de los registros de temperatura media mensual y la precipitación total mensual en Playa Ceuta (los valores climáticos provinieron de la estación meteorológica del Municipio de Elota, Sinaloa). **(b)** Correlación para los valores de riqueza de especies mensual en relación con los registros de precipitación total mensual. **(c)** Correlación para los valores de abundancia total mensual en relación con los registros de temperatura promedio mensual.

distribución local (d) de los Papilionoidea se relacionaron de forma significativa con los valores de abundancia local (a) [Figura 5; r≈ = 0;72, F_{49} = 125,38, p <0;001; log(d) = -0,086 + 0,106 X log(a)].

Discusión

Este trabajo constituye el primer esfuerzo sistemático de catalogación de las mariposas diurnas en

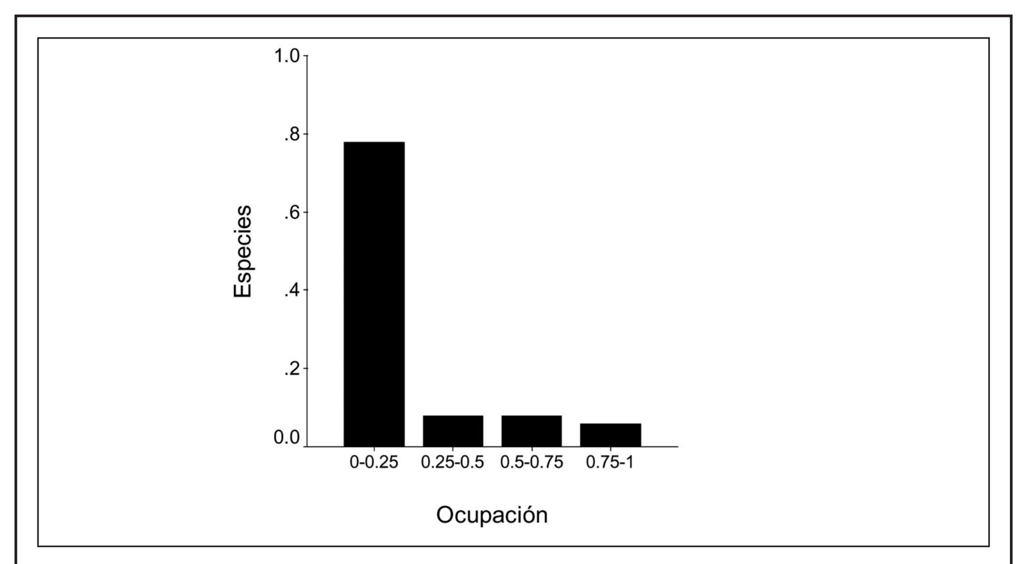


Figura 4.– La distribución local (estimada como la proporción de ocupación en los hábitats de estudio, ver texto) de la comunidad de mariposas en Playa Ceuta, Sinaloa, durante 2010-2011.

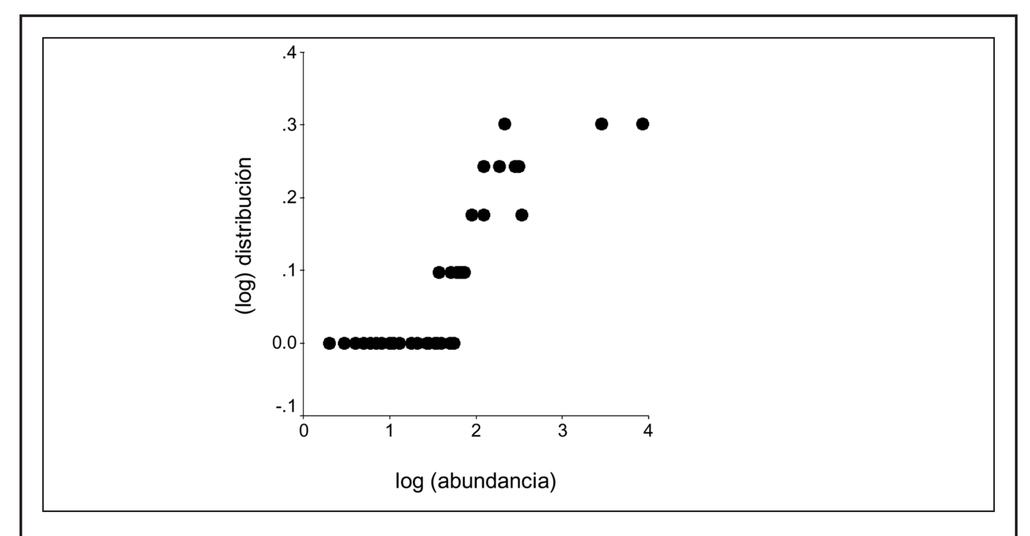


Figura 5.– Relación de los valores de la distribución local de los Papilionoidea y los valores de abundancia local, r^2=0,72, F_{49}=125,38, p<0,001 (ver texto).

hábitats costeros de Sinaloa, México. El esfuerzo de registro en Playa Ceuta ha incluido doce meses de observaciones y recolección sistemáticas y tres métodos estandarizados para el registro de mariposas: observaciones directas en transectos, recolecciones con cebos, y recolecciones con redes aéreas entomológicas. El patrón asintótico exhibido en las curvas de rarefacción ha corroborado que la magnitud del esfuerzo empleado ha sido suficiente para la catalogación de una proporción importante de la fauna local asociada a los hábitats de estudio. No obstante, es necesario incrementar el esfuerzo de registro en los hábitats de estudio a fin de completar los inventarios y precisar las afinidades de hábitat de los grupos de especies reportados, particularmente para los miembros de las Familias Lycaenidae y Riodinidae, cuya adición, esperaría incrementar probablemente el doble de las especies reportadas.

Sin embargo, el número de especies (N = 51), para las familias de Papilionoidea representa entre 35 y 59% de la diversidad total reportada de tal grupo para regiones circunvecinas (la fauna de Nymphalidae, Pieridae Lycaenidae y Papilionidae de Baja California, Baja California Sur y Durango (LUÍS-MARTÍNEZ *et al.,* 2003). Segundo, una proporción importante de la fauna costera (e.g. en las dunas), es fauna distintiva, de hábitos especializados y restringida a un micro-hábitat particular i.e. *Anaea troglodyta aidea* (Guérin-Méneville) y *Memphis forreri* (Godman & Salvin), representan especies restringidas y de abundancias relativas discretas. Tercero, la península de Baja California (una región relativamente cercana a la Sinaloense) ha sido objeto de evaluaciones faunísticas cuidadosas (LUÍS-MARTÍNEZ *et al.,* 2003), lo que subraya el carácter endémico de su fauna; la relación de especies reportada en este trabajo confirma la afinidad de la fauna de Playa Ceuta con la de una fauna continental asociada a hábitats de selva baja caducifolia, selva baja espinosa, y Matorral Espinoso. Es claro que la fauna de Hesperiidae reportada en este trabajo requiere de una evaluación intensiva mayor para considerar comparaciones futuras.

A un nivel local, las curvas de rarefacción de especies por hábitat representaron una herramienta de estandarización adecuada de la diversidad asociada. Al contrastar las curvas de rarefacción de la riqueza de especies a niveles de esfuerzo comparables (*ca.* 2 700 individuos registrados), advertimos una clara distinción entre los valores de riqueza para los hábitats Matorral y Salina. En tanto, los hábitats Manglar y Duna registraron un traslape para los valores de riqueza acumulados, lo que sugiere que los niveles de riqueza de especies para estos sitios son comparables. El hábitat de mayor riqueza local fue el Matorral espinoso. Es probable que dicho hábitat haya incluido un número importante de micro-hábitats, hospederos, que en conjunto permitan la ocurrencia de un número de especies relativamente elevado. A pesar de ello, Playa Ceuta representa un paisaje estructurado e interconectado: en promedio, se ha reportado un 67% de afinidad entre las faunas estudiadas en los diferentes hábitats. Tal afinidad puede deberse a que las mariposas son relativamente móviles, a que comúnmente se dispersan en áreas mucho mayores a las que estrictamente corresponden a los hábitats de reproducción (del orden de kilómetros), y a que pueden ser capaces de ocupar una amplia variedad de hábitats, donde los estadios juveniles se alimentan de plantas huéspedes afines o relativamente afines (e. g. LEÓN-CORTÉS, 2004). Sin embargo, hay que ser cuidadosos, pues la afinidad aparente entre los hábitats estudiados puede representar simplemente la movilidad ocasional en determinados micro-ambientes, sin que los organismos necesariamente encuentren hábitat de reproducción en estos sitios: un organismo puede estar presente en un hábitat determinado pero no hacer "uso" del mismo para actividades vitales e.g. reproducción (LEÓN-CORTÉS, 2004). Es necesario profundizar en observaciones y evaluaciones auto-ecológicas de las especies (preferencias de hábitat, dinámica y comportamiento poblacional).

Por otra parte, la fauna de mariposas de Playa Ceuta mostró un comportamiento fuertemente estacional. En tanto que los niveles de riqueza de especies se asociaron a los valores de precipitación mensual, la abundancia relativa lo hizo con los valores de temperatura. Los patrones de emergencia de ciertas especies pueden responder claramente a los cambios en el fotoperiodo (VAN ASCH & VISSER, 2007), reflejándose en la dominancia en los valores de abundancia de unas cuantas especies. Empero la mayor disponibilidad de recursos a lo largo del año puede ser favorecida por un incremento en los niveles de precipitación, lo que contribuye a una respuesta positiva del número de especies. Aun cuando este estudio no ha detallado la variación temporal de las poblaciones de las mariposas en el

largo plazo, nuestros resultados permiten disponer de un patrón empírico que sugiere una correlación de los valores del número de especies y su abundancia en una zona fuertemente estacional, que corresponde al periodo en el que numerosas especies encuentran las condiciones básicas para completar sus tareas vitales (apareamiento, oviposición, reproducción, forrajeo), y que esgrime concentrar esfuerzos de monitoreo para distinguir probables cambios en las abundancias poblacionales debidos tanto a factores bióticos como abióticos.

En general, la conservación de los ecosistemas en Playa Ceuta debe estar sustentada en el reconocimiento de la identidad (niveles de endemismo), los niveles de diversidad (número de especies), pero también en la valoración de las relaciones ecológicas con otros hábitats en la región general de estudio. La conclusión cualitativa de nuestros resultados indica que la protección unitaria o discriminada de alguno(s) de los hábitats reconocidos en Ceuta, no necesariamente garantizaría la protección del hábitat integral de numerosos organismos, particularmente de las mariposas, cuyos hábitos y patrones de conducta sugieren el "muestreo" de varios componentes del paisaje para completar lo que previos autores han distinguido como "hábitat funcional" (DENNIS *et al.,* 2003). La importancia de preservar la heterogeneidad y distribución de los hábitats naturales y semi-naturales en Playa Ceuta permitirá refinar nuestro conocimiento sobre las relaciones de las especies animales y vegetales entre los distintos micro- ambientes costeros, especialmente a una escala local y regional: en nuestro caso, las mariposas dan clara cuenta del valor relativo de áreas relativamente contrastantes. Es necesario profundizar en estudios ecológicos y de preferencias de hábitat que permitan jerarquizar la asociación de las mariposas con hábitats específicos.

Finalmente, a través de la catalogación y estudio de los factores que determinan la distribución y abundancia de grupos sensibles (como el aquí estudiado), podremos disponer de una visión más integral de las prioridades de conservación para ambientes particulares en el trópico Mexicano. Nuestro caso ha mostrado que la preservación del hábitat más diverso (el Matorral espinoso) probablemente no sea lo más conveniente, dada la conectividad que las poblaciones de mariposas mantienen con otros hábitats. Si el interés de una zona sujeta a conservación como Playa Ceuta fuese combinar esfuerzos de conservación con venta de servicios e. g. a través del ecoturismo, educación ambiental, el posible disturbio del hábitat debería privilegiar el efecto de tal manejo sobre el comportamiento de las especies que allí habitan, de no ser el caso, sería preferible simplemente mantener el ambiente en su estado natural o semi-natural.

Agradecimientos

Los autores han contado con el apoyo financiero y logístico de El Colegio de la Frontera Sur, y del proyecto "Distribuciones y variaciones altitudinales de insectos como respuesta al cambio climático en el Sur de México (CB-2008-01, 102875)", otorgado a JLL-C. Agradecemos a Víctor Manuel Salomón y Marcos Bucio su invaluable apoyo logístico y comentarios al manuscrito, a Marisol Almaraz-Almaraz la revisión de la nomenclatura taxonómica de las especies reportadas, y a Emmanuel Valencia su asistencia en la elaboración de la Figura 1.

BIBLIOGRAFÍA

BROWN, J. H., 1984.– On the relationship between distribution and abundance and distribution of species.– *American Naturalist,* **124**(2): 255-279.

CHAO, A., CHAZDON, R. L., COLWELL, R. K. & SHEN,T., 2005.– A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data.– *Ecology Letters,* **8**: 148-159.

COLWELL R. K., 2009.– *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples, (Software and User's guide), Version 8.2*. Disponible en http://purl.oclc.org/estimates (accedido el 15 de octubre de 2013).

COLWELL, R. K., CHAO, A., GOTELLI, N. J., LIN, S.–Y., MAO, C. X., CHAZDON, R. L. & LONGINO, J. T.,

2012.– Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages.– *Journal of Plant Ecology,* **5**: 3-21.

COWLEY, M. J. R., THOMAS, C. D., ROY, D. B., WILSON, R. J., LEÓN-CORTÉS, J. L., GUTIÉRREZ, D., BULMAN, C. R., QUINN, R. M., MOSS, D. & GASTON, K. J., 2001.– Density-distribution relationships in British butterflies. I. The effect of mobility and spatial scale.– *Journal of Animal Ecology*, **70**: 410-425.

DENNIS, R. H. L., SHREEVE, T. G. & VAN DYCK, H., 2003.– Towards a functional resource-based concept for habitat: a butterfly biology viewpoint.– *Oikos,* **102**: 417-426.

DEVRIES, P. 1987.– *The butterflies of Costa Rica and their Natural History. Vol. I Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae*: 327 pp. Princeton University Press, Princeton.

LEAL-SANDOVAL, A. & FONSECA-PARRA, J., 2009.– Noteworthy bird records from central Sinaloa.– *Huitzil*, **10**(2): 63-65.

LEÓN-CORTÉS, J. L., COWLEY, M. J. R. & THOMAS, C. D., 1999.– Detecting decline in a formerly widespread species: how common is the common blue butterfly (*Polyommatus icarus*)?- *Ecography*, **22**(6): 643-650.

LEÓN-CORTÉS, J. L., COWLEY, M. J. R. & THOMAS, C. D., 2000.– The distribution and decline of a widespread butterfly (*Lycaena phlaeas*) in a pastoral landscape.– *Ecological Entomology,* **25**(3): 285-294.

LEÓN-CORTÉS, J. L., 2004.– Sphingidae (Insecta: Lepidoptera): 307-320.– *In* I. LUNA, J. J. MORRONE & D. ESPINOSA. *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*: 527 pp. UNAM, Facultad de Ciencias, México.

LEÓN-CORTÉS, J. L., PÉREZ-ESPINOZA, F., MARÍN, L. & MOLINA-MARTÍNEZ, A., 2004.– Complex habitat requirements and conservation needs of the only extant Baroniinae swallowtail butterfly.– *Animal Conservation,* **7**: 241-250.

LUÍS-MARTÍNEZ, A. L., LLORENTE-BOUSQUETS, J., VARGAS-FERNÁNDEZ, I. & WARREN, A. D., 2003.– Biodiversity and biogeography of Mexican butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea).– *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, **105**(1): 209-224.

LLORENTE-BOUSQUETS, J., LUÍS-MARTÍNEZ, A., VARGAS, I. & SOBERÓN, J., 1993.– Biodiversidad de las Mariposas: su Conocimiento y su Conservación.– *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, **44**: 313-324.

LLORENTE-BOUSQUETS, J., LUÍS-MARTÍNEZ, A. & VARGAS, I., 2006.– Apéndice General de Papilionoidea: Lista Sistemática, Distribución Estatal y Provincias Biogeograficas.– *In* J. J. MORRONE & J. LLORENTE-BOUSQUETS. *Componentes bióticos principales de la entomofauna Mexicana*: 945-1009. Las Prensas de Ciencias, UNAM, México, D.F.

MOLINA-MARTÍNEZ, A. & LEÓN-CORTÉS, J. L., 2006.– Movilidad y especialización ecológica como variables que afectan la abundancia y distribución de lepidópteros papilionidos en el Sumidero, Chiapas, México.– *Acta Zoológica Mexicana*, **22**(3): 29-52.

POLLARD, E. & YATES, T. J., 1993.– *Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation*: 292 pp. Chapman & Hall, London and New York.

VAN ASCH, M. & VISSER, M. E., 2007.– Phenology of Forest Caterpillars and Their Host Trees: The Importance of Synchrony.– *Annual Review of Entomology*, **52**:37-55.

ZAR, J. H., 1999.– *Biostatistical analysis*: 662 pp. Prentice Hall. Upper Saddle River.

C. P. C. L, *J. L. L. C.
El Colegio de la Frontera Sur
Dep. de Conservación de la Biodiversidad
Carretera Panamericana
Avenida Periférico Sur, s/n
San Cristóbal de las Casas
29290 Chiapas
MÉXICO / *MEXICO*
*E-mail: jleon@ecosur.mx

J. T. A. A.
Escuela de Biología
Universidad Autónoma de Sinaloa
Dep. de Información y Bibliografía Especializada
Ciudad Universitaria
Avenida Universitarios, s/n
Colonia Universitarios
80010 Culiacán Rosales, Sinaloa
MÉXICO / *MEXICO*

*Autor para la correspondencia/ *Corresponding author*

(Recibido para publicación / *Received for publication* 16-X-2013)
(Revisado y aceptado / *Revised and accepted* 12-XII-2013)
(Publicado / *Published* 30-III-2015)

Apéndice.– Lista faunística de las mariposas y la abundancia total registrada para cada especie por tipo de hábitat en Playa Ceuta, Sinaloa, México, durante 2010 y 2011. La autoridad taxonómica de este listado ha seguido las recomendaciones de LLORENTE-BOUSQUETS *et al.* (2006).

Especie	Familia	Subfamilia	Duna	Salina	Manglar	Matorral
Battus philenor (Linnaeus, 1771)	Papilionidae	Papilioninae	12	7	257	64
Battus polydamas (Linnaeus, 1758)	Papilionidae	Papilioninae	0	0	0	1
Heraclides cresphontes (Cramer, 1777)	Papilionidae	Papilioninae	0	0	1	0
Heraclides thoas autocles (Rothschild & Jordan, 1906)	Papilionidae	Papilioninae	0	0	1	0
Colias eurytheme Boisduval, 1852	Pieridae	Coliadinae	3	2	86	0
Zerene cesonia (Stoll, 1790)	Pieridae	Coliadinae	12	5	3	11
Anteos clorinde (Godart, [1824])	Pieridae	Coliadinae	6	5	16	18
Anteos maerula (Fabricius, 1775)	Pieridae	Coliadinae	21	15	26	52
Phoebis agarithe (Boisduval, 1836)	Pieridae	Coliadinae	2	0	2	1
Phoebis argante ssp. n.	Pieridae	Coliadinae	27	22	17	45
Phoebis philea (Linnaeus, 1763)	Pieridae	Coliadinae	1	11	8	6
Phoebis sennae marcellina (Cramer, 1777)	Pieridae	Coliadinae	0	0	1	1
Rhabdodryas trite ssp. n.	Pieridae	Coliadinae	1	0	0	1
Aphrissa statira (Cramer, 1777)	Pieridae	Coliadinae	2	0	0	1
Abaeis nicippe (Cramer, 1779)	Pieridae	Coliadinae	5	0	38	7
Pyrisitia lisa centralis (Herrich-Schäffer, 1865)	Pieridae	Coliadinae	1	8	0	0
Pyrisitia nise nelphe (R. Felder, 1869)	Pieridae	Coliadinae	54	0	12	0
Pyrisitia proterpia (Fabricius, 1775)	Pieridae	Coliadinae	4	2	5	1
Eurema arbela boisduvaliana (C. Felder & R. Felder, 1865)	Pieridae	Coliadinae	14	0	15	23
Kricogonia lyside (Godart, 1819)	Pieridae	Coliadinae	20	5	7	27
Ascia monuste (Linnaeus, 1764)	Pieridae	Pierinae	2346	2671	1808	1622
Atlides gaumeri (Godman, 1901)	Lycaenidae	Theclinae	1	0	0	1
Pseudolycaena damo (H. Druce, 1875)	Lycaenidae	Theclinae	3	0	12	0
Danaus eresimus montezuma Talbot, 1943	Nymphalidae	Danainae	133	9	85	36
Danaus gilippus thersippus (H.W. Bates, 1863)	Nymphalidae	Danainae	40	13	1	96
Danaus plexippus (Linnaeus, 1758)	Nymphalidae	Danainae	8	3	2	3
Anaea troglodyta aidea (Guérin-Méneville, [1844])	Nymphalidae	Charaxinae	2	0	0	4
Fountainea glycerium (Doubleday, [1849])	Nymphalidae	Charaxinae	8	4	22	2
Memphis forreri (Godman & Salvin, 1884)	Nymphalidae	Charaxinae	11	0	9	0
Archaeoprepona demophon occidentalis Stoffel & Descimon, 1974	Nymphalidae	Charaxinae	0	0	0	1
Marpesia petreus ssp. n.	Nymphalidae	Biblidinae	0	1	7	2
Biblis hyperia aganisa Boisduval, 1836	Nymphalidae	Biblidinae	0	0	3	64
Myscelia ethusa (Doyère, [1840])	Nymphalidae	Biblidinae	4	12	5	18
Hamadryas amphinome mazai Jenkins, 1983	Nymphalidae	Biblidinae	45	3	12	12
Hamadryas februa ferentina (Godart, [1824])	Nymphalidae	Biblidinae	50	1	27	11
Temenis laothoe quilapayunia R.G. Maza & Turrent, 1985	Nymphalidae	Biblidinae	0	2	2	1
Dynamine postverta mexicana d'Almeida, 1952	Nymphalidae	Biblidinae	2	0	10	0
Adelpha basiloides (H.W. Bates, 1865)	Nymphalidae	Biblidinae	15	4	27	12
Adelpha fessonia (Hewitson, 1847)	Nymphalidae	Biblidinae	0	0	1	1
Adelpha iphicleola (H.W. Bates, 1864)	Nymphalidae	Biblidinae	0	0	0	3
Smyrna blomfildia datis Fruhstorfer, 1908	Nymphalidae	Nymphalinae	1	0	81	1
Vanessa annabella (Field, 1971)	Nymphalidae	Nymphalinae	12	7	11	3
Anartia fatima colima Lamas, 1995	Nymphalidae	Nymphalinae	8	2	3	14
Anartia jatrophae luteipicta Fruhstorfer, 1907	Nymphalidae	Nymphalinae	8	0	13	12
Junonia coenia Hübner, [1822]	Nymphalidae	Nymphalinae	87	23	10	217
Siproeta stelenes biplagiata (Fruhstorfer, 1907)	Nymphalidae	Nymphalinae	70	0	34	12
Chlosyne lacinia (Geyer, 1837)	Nymphalidae	Nymphalinae	5	0	0	0
Euptoieta hegesia meridiania Stichel, 1938	Nymphalidae	Heliconiinae	2	0	0	2
Agraulis vanillae incarnata (Riley, 1926)	Nymphalidae	Heliconiinae	29	3	19	15
Dryas iulia moderata (Riley, 1926)	Nymphalidae	Heliconiinae	1	6	11	0
Heliconius charithonia vazquezae W.P. Comstock & F.M. Brown, 1950	Nymphalidae	Heliconiinae	365	354	604	1559
Astraptes fulgerator azul (Reakirt, [1867])	Hesperiidae	Eudaminae	1	0	0	0